

А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

"Телевидение приблизило к нам вплотную мир, который заслоняет от нас телевизор".

Хенрик Ягодзиньский

Краткая история и борьба за ресурс

Последние 20 лет — эпоха тотального перехода от аналоговых технологий к цифровым во всех видах телекоммуникаций. Что касается телевидения, то его история также не теряется в глубине веков и поэтому в общих чертах известна современному человеку. Не будем подробно останавливаться на ней, отметив лишь, что активно развиваться телевидение начало лишь тогда, когда стало чисто электронным и, как шутят инженеры, позволяло более успешно отличать поющего мужчину от танцующей женщины. Интересно, что первый проект, в котором были заложены основы современного телевидения, был разработан еще в 1884 г. Своим созданием в течение XX века телевидение во многом обязано и нашим соотечественникам: Б. Розингу, О. Адамяну, Л. Термену, П. Шамакову, Б. Гравовскому, В. Зворыкину, Я. Рыфтину, С. Катаеву, А. Полумордвинову, С. Новаковскому, П. Тимофееву и многим другим, включая, кстати, и "неинженеров" — например, американца российского происхождения Д. Сарнова, удачно "продюсировавшего" разработки В. Зворыкина в США.

Изначально для трансляции ТВ программ использовался эфир, что имело свои известные всем плюсы (доступность на больших расстояниях) и минусы (помехи и не всегда качественный прием). Когда наземное (эфирное) ТВ вещание впервые пришло к людям, то стало поистине уникальной (и даже "убойной") услугой, с помощью которой к абонентам приходили разные персонажи реальной (живой эфир) и придуманной жизни. Позже с развитием технологий передачи ТВ сигналов, видеозаписи и пр. абоненты постепенно стали получать доступ к огромному количеству ТВ программ с высоким качеством и по относительно небольшим тарифам. Зато известные "минусы" эфира довольно скоро заставили искать другие пути для трансляции ТВ программ, обратив взоры на коаксиальный кабель. Так началась эра сетей кабельного телевидения (или КТВ), которые в немалой степени преуспели за последние полвека.

Впервые предложение о распределении телевизионного сигнала по кабельным сетям было представлено в США Эдом Парсонсом (Cox Cable Communications, Inc.) в 1948 г. Первая система, распределяющая пять ТВ каналов, заработала в Сياتле. Нововведение позволило избавиться от многих

нежелательных эффектов, связанных с эфирным распространением телевизионных сигналов: затенений, переотражений, необходимости установки у каждого абонента антенны и т. д., что расширило круг потенциальных абонентов и помогло кардинальным образом улучшить с технической точки зрения качество предлагаемых услуг. Вслед за конвергентными (с точки зрения использования эфира и кабеля) системами коллективного приема ТВ программ на сцену вышли сети кабельного ТВ, в которых от вещателя до абонента был только кабель. Первые системы КТВ формировались по принципу коллективного приема сначала в метро (47—240 МГц), а затем и в дециметровом диапазоне волн (с верхней граничной частотой 550 МГц и 862 МГц в Европе, а также 600 МГц и 790 МГц в США). Главная борьба велась с переотражениями и затенениями в условиях разновысокой городской застройки. Со временем сети КТВ стали пионерами не только в расширении количества ТВ программ, в предоставлении дополнительных ТВ услуг, но и в цифровизации телевидения, поскольку в них выделялся участок радиоспектра под пакеты платных программ, компрессируемых по MPEG-2.

Шло время, и к началу XXI века на арену вышло не только цифровое эфирное наземное ТВ вещание, но и IPTV, доставляемое в цифровой форме по IP-сетям поверх целого набора технологий широкополосного доступа (ШПД) вместе со всеми другими услугами связи. Где-то процесс развития кабельных ТВ сетей был организован давно (США), а где-то сравнительно недавно (в РФ под наземное эфирное ТВ вещание пока используется самая большая полоса радиочастот), но суть его такова, что "новые поставщики", к коим следует также отнести и операторов спутникового СНТВ (DVB-s), сетей MMDS (2,5—2,7 ГГц), и даже нарождающегося мобильного ТВ (DMB, DVB-SH), не говоря уже о цифровых мобильных сетях 3G/4G (где телевидение — обычная услуга), уже во многом освоили "цифру" и имеют значительную абонентскую базу. То есть эфирное ТВ вещание сегодня просто догоняет все другие технологии, ушедшие далеко вперед.

И где-то эфирному ТВ вещанию уже пришлось "потесниться" в части радиочастотного ресурса. В процессе цифровизации на крупнейших рынках регуляторы в лице Администраций связи стали отнимать у него радиочастоты, справедливо рассудив, что, во-первых,

теперь в одном ТВ радиоканале можно разместить 8/16 и более компрессируемых цифровых (MPEG-2/4), а излишками надо делиться. Во-вторых, как это не удивительно для привыкших быть во главе информирования человечества ТВ вещателей, стало выясняться, что у современного абонента есть и более востребованные вещи (например, мобильный ШПД) поверх перспективных систем мобильной связи LTE и WiMAX), которые должны быть обеспечены дополнительными радиочастотными ресурсами. Намеченное к "экспроприации" стали называть "цифровым дивидендом", рассчитывая покрыть им хотя бы часть потенциальной потребности в радиоресурсе под мобильный ШПД, со степенью развития которого ныне стала коррелировать чуть ли не степень развития государства. При этом давно известно (согласно решениям WCR'2007), что на всех и на все времена частот все равно не хватит, о чем уже рассказывалось на страницах журнала.

Итак, для ШПД нужен радиочастотный спектр, поэтому в США диапазон 700—790 МГц уже распродан на аукционах операторам беспроводной связи, в Европе готовятся поступить аналогичным образом с диапазоном 790—862 МГц. Эти диапазоны уже всерьез рассматриваются разработчиками перспективных мобильных систем LTE и WiMAX как потенциальное "поле боя", и регуляторы развитых стран "играют" с ними в одной команде. Как показала недавняя конференция "LTE Russia & CIS 2010", Минкомсвязи России также размышляет о "реформатировании" под мобильный ШПД диапазонов 790—862 МГц (собственно ТВ вещания здесь не было и нет, поскольку диапазон серьезно занят системами авианавигации, на перенос которых, помимо времени, нужны хорошие инвестиции) и 2,5—2,7 ГГц (здесь работают системы ТВ вещания MMDS) под WiMAX/LTE и даже намечены тестовые зоны для испытательного оборудования LTE в диапазоне 700 МГц (что также планируется и под цифровое эфирное ТВ вещание в составе так называемого третьего мультиплекса). Таким образом, цифровизация ТВ вещания — процедура неоднозначная, прежде всего, для самого ТВ вещания, как с точки зрения конкуренции, так и с точки зрения частотных ресурсов.

DVB-T

Начавшаяся реализация федеральной целевой программы (ФЦП) по развитию цифрового наземного ТВ вещания в европейском стандарте DVB-T должна серьезно "подтянуть" обеспечение пользователей и в части количества доступных программ и собственно качества. В США, например, уже с 1998 г. перестали продавать телевизоры без цифрового входа. Да и страна наша имеет огромную территорию, а в отдельных (даже не очень отдаленных) регионах получается так, что все доступные в эфире программы — исключительно зарубежные. Впрочем, даже там, где ранее принималась лишь пара аналоговых ТВ программ, включе-

ние первого мультиплекса с набором из 8 цифровых — огромный прогресс. А будут еще второй и третий мультиплексы, попасть в которые — заветная мечта каждого телевещателя. В целом же по стране — несомненный шаг вперед, который уже сделали многие страны. Что же получает телезритель?

Если определяться на стандарты, то зона приема аналогового сигнала (к примеру, SECAM) определяется исключительно уровнем сигнала, а зона приема цифрового сигнала DVB — отношением сигнал/шум. И даже если сигнал DVB-T имеет малый уровень, прием может быть хорошим, если шумов в эфире мало. Однако чем больше ТВ программ передается в одном цифровом радиоканале, тем меньше зона приема, причем зоны приема аналогового и цифрового ТВ примерно равны, если цифровое ТВ передает порядка 8 программ (аналоговое, разумеется, передает одну программу), что говорит о получении эффективности с точки зрения сервиса как 8:1. Правда, приведенные рассуждения справедливы только для идеальной плоской поверхности, скорости передачи 2,5 Мбит/с и компрессии H.264, но они дают общее представление о сути применения цифровых технологий. В 2009 г. вышел стандарт DVB-T2, который в 2 раза эффективнее предшественника и позволяет передавать уже 16 программ примерно на ту же территорию, на которой DVB-T позволяет получить 8.

Однако качество цифрового ТВ вещания определяется не только этим. Для мобильного пользователя аналогового ТВ будет работать хорошо, если его автомобиль стоит. И чем дальше от источника сигнала, тем больше изображение будет деградировать. А цифровое будет работать стабильно независимо от перемещения до достижения границы зоны приема. Лишь на скоростях свыше 100 км/ч могут наблюдаться срывы картинки. Зато за границей зоны приема — никакого изображения. Специалисты МНИТИ рассказывали как-то, что при испытаниях телевизор хорошо показывал цифровые программы даже в движущемся трамвае, который, как известно, является источником мощных широкополосных помех. То есть важная особенность цифрового ТВ состоит в том, что или оно есть (и хорошего качества) либо его нет. Следует также учитывать наличие отраженных сигналов, поскольку вокруг могут быть различные препятствия как в виде застройки, так и рельефа местности. Аналоговое ТВ серьезно страдает от отраженных сигналов, что нетрудно заметить на экране в виде размыва или дублирования изображения. А вот цифровое от них так сильно не зависит благодаря использованию модуляции COFDM, которая позволяет "отбрасывать" отраженные сигналы. Правда, чудес не бывает, и цифровой сигнал все равно искажается, однако сказывается это лишь на размерах зоны приема.

Для повышения помехоустойчивости цифрового ТВ применяется канальное кодирование с различными режимами, однако оно понижает скорость передачи полезного сигнала. Для

защиты от отраженных сигналов, проходящих от дальних объектов, используется защитный интервал (короткий промежуток времени, в течение которого сигнал не передается), вставляемый между фрагментами цифрового потока. Его подбирают так, чтобы отраженные сигналы приходились как раз на него и не влияли на полезный сигнал. Параметры канального кодирования и защитного интервала выбираются с целью получения приемлемого соотношения между объемом и качеством передаваемой информации. Кстати, в DVB-T нет защиты от импульсных помех, от которых канальное кодирование спасает отнюдь не всегда. А вот в DVB-T2 эта проблема решена благодаря использованию перемежения данных по времени (interleaving). Еще одно отличие цифрового ТВ от аналогового — возможность точного определения качества приема путем измерения коэффициента битовых ошибок BER (Bit Error Rate). Качественным считается прием, если BER не превышает 10^{-4} . Именно тогда качество принимаемого сигнала будет точно соответствовать тому, что подается на вход ТВ передатчика (во всяком случае, для глаза пользователя разница будет незаметна).

Погоня за качеством

Телевидение всегда боролось за качество. И когда качество в канале связи удалось "укротить", вплотную занялись качеством на экране телевизора. Зачем? Например, чтобы комфортно смотреть программы на телевизорах с диагональю свыше 40 дюймов. А ведь совсем скоро в ценовой доступности массового покупателя окажутся ТВ панели с диагональю 80 дюймов. Тут и возникает потребность в картинке HDTV (High Definition TV) с разрешением 1080 строк, для доставки которой нужны дополнительные инвестиции и в производство, и в сетевое оборудование с большей полосой пропускания. Например, если "стандартное" цифровое ТВ передается в канале 5 Мбит/с, то для HDTV необходимо уже 25 Мбит/с, а для этого, как мы понимаем, годится отнюдь не каждая технология абонентского доступа. Впрочем, технологии компрессии видеосигнала тоже непрерывно совершенствуются.

Но ведь и разрешение 1080 строк — еще не все. Японская корпорация NHK недавно предложила формат UHD (Ultra High Definition), который является видеоэквивалентом цифрового фотоснимка с очень высоким разрешением. Говорят, все, кто видел видео в UHD, были под сильным впечатлением. И теперь компаниям-поставщикам есть чем заняться в предстоящее десятилетие.

Однако даже UHD телевидение весьма сильно отличается от реальности, поэтому принципиальной целью сегодня является полная эмуляция реальности с помощью 3D. Объемное изображение уже привлекло серьезные инвестиции, и не последнюю роль в этом сыграл самый кассовый в истории фильм Джеймса Кэмерона "Аватар". И вот уже международный союз электро-

связи (ITU) разрабатывает план работ по стандартизации 3D-TV, который предусматривает целых три поколения оборудования:

1. Плоскостереоскопическое ТВ — подразумевает просмотр двух изображений, доставляемых на телевизор, как это уже делается в кинотеатрах. С помощью специальных очков телезрители смогут увидеть глубину изображения, хотя при повороте головы, в отличие от реальной жизни, его характер не изменится. Собственно, это оборудование (причем работающее не только с очками) уже существует.

2. Многокурсное ТВ — изображение будет максимально приближено к реальности и будет меняться в зависимости от поворота головы. Похоже, что это будет голографическое ТВ.

3. Создание естественного ТВ пространства благодаря точному воспроизведению амплитуд, частот и фаз световых волн. Эти технически сложные и совершенные системы должны появиться через 15—20 лет.

Похоже, в киноиндустрии основным становится формат 3D, а 2D будет лишь его побочным продуктом. К примеру, опросы на выставке "Broadcast Video Expo 2010" в Лондоне показали, что более половины респондентов собираются работать с 3D в текущем году, а 14 % работают с ним уже сейчас. Сегодня эксперты из различных областей объединились в консорциум PRIME (Production and Projection Techniques for Immersive Media — технологии создания и демонстрации многонаправленных медиа) для разработки перспективных технологий и бизнес-моделей для их продажи.

Для создания 3D изображения съемка обычно ведется двумя камерами, оптические оси которых отстоят друг от друга на 65 мм по горизонтальной оси. Правая камера снимает для правого глаза, левая — для левого. Разумеется, для передачи по сети потребуется вдвое большая полоса пропускания. Соответственно очки обеспечивают зрителю разделение изображения для каждого глаза, а мозг человека далее сам конструирует псевдообъем. Недавно Д. Кэмерон выступил на технологическом форуме в Сеуле, где призвал телевизионную индустрию активнее осваивать трехмерные технологии. По мнению режиссера, сложность есть, но они преодолимы. *"Мы должны научиться снимать в прямом эфире, — призвал он. — Стоимость трехмерного производства со временем снизится. Сейчас уже есть канал, есть зрители, но нет контента. Нужно получить этот контент"*. Это выступление должно было особенно понравиться Sony, LG, Samsung и Panasonic, которые активнее всего развивают сферу трехмерных телевизоров.

Остается сказать, что упомянутая выше ФЦП по развитию цифрового эфирного ТВ вещания пока рассчитана на доставку программ в самом "простом" цифровом качестве (без HDTV, 3D и пр.). Что же касается кабельных, спутниковых и мобильных конкурентов, то они уже занимаются HDTV и имеют там определенные успехи.

Нетехнические аспекты

В целом цифровое эфирное ТВ вещание — серьезное инженерное достижение. Однако не все определяется техникой. Вот лишь несколько возможных проблем.

В 2002 г. в Лондоне на конференции по ШПД был представлен доклад представителя местного оператора цифрового наземного ТВ вещания, где с сожалением говорилось о том, что оператор попал в своеобразную клиентскую вилку. Те абоненты, что победнее, продолжают смотреть дешевое аналоговое ТВ. Те, кто хочет (и может) иметь "цифру", уже много лет смотрят ее через спутниковую тарелку — и с этим ничего нельзя поделать. Ну а если предложить для завлечения клиентов какую-нибудь интерактивность, так на это нужны новые инвестиции.

В марте 2010 г. в Москве на конференции "Цифровое ТВ и массовые коммуникации" представитель оператора из Мордовии (а это в части "цифры" наш передовой регион) в своем докладе посетовал на то, что хотя регион покрыт новыми услугами уже на 95 %, пользователей совсем не так много, как хотелось бы. И публика в зале долго выпрашивала — может, абоненты приставку не хотят покупать, может, тарифы их не устраивают, может, по каким-то другим причинам не хотят смотреть предлагаемое? Но в целом картина складывалась весьма похожая на лондонскую.

А еще, как довольно быстро выяснили еще в прошлом веке американские операторы сетей КТВ, возможность просмотра многих десятков и сотен ТВ программ быстро меркнет перед возможностью смотреть то, что по-настоящему интересно. В среднем телезритель постоянно смотрит где-то пять программ, а сколько просматривают 15—20. Что касается добавленных доходов от вновь появившихся программ, то после второго десятка они быстро снижаются и доступность 100 или 1000 слабо различима по доходам. Поэтому качество контента во многом определяется его содержанием и нужны новые формы работы с клиентом. Какие?

Рэй Брэдбери почти 60 лет назад написал об этом в "451° по Фаренгейту": *"Вы можете закрыть книгу и сказать ей: 'Подожди'. Вы ее властелин. Но кто вырвет вас из цепких когтей, которые захватывают вас в плен, когда вы включаете телевизионную гостиницу? Она мнет вас, как глину и формирует вас по своему желанию. Это тоже "среда" — такая же реальная, как мир."*

"Это очень-очень интересно. И будет еще интереснее, когда у нас будет четвертая телевизионная стена. Как ты думаешь, долго нам еще надо копить, чтобы вместо простой стены сделать телевизионную?"

"Обращаясь к своей аудитории, диктор делал паузы, и в каждом доме в этот момент прибор произносил имя хозяев, а другое специальное приспособление соответственно изменяло на телевизионном экране движение губ и мускулов лица диктора. Диктор был другом дома, близким и хорошим знакомым..."

Самое интересное, что все написанное Брэдбери уже доступно сегодня, но, к сожалению, не в сетях наземного цифрового ТВ вещания. Дэвид Лоутон, один из ведущих системщиков и консультант British Telecom, как-то сказал, что в течение XX столетия технологии связи менялись несколько раз. "Мы начали с того, что телефонная связь была проводной, а телевидение — эфирным, а теперь мы имеем беспроводные сотовые сети связи и кабельное телевидение". Но на самом деле уже успела устареть даже эта фраза Лоутона. В том числе и отечественные операторы КТВ успели столкнуться с тем, что реальный интерес аудитории к цифровому ТВ оказался ниже интереса к ШПД, через который могут быть доставлены услуги цифрового ТВ в различных форматах.

Пару лет назад Билл Гейтс выступал в Давосе, где, в частности, заметил, что *"...в результате взрывного роста количества онлайн-видеоматериалов и слияния ПК с телевизором в ближайшие пять лет Интернет революционизирует ТВ... Меня поражает, как можно не понимать, что через пять лет мы будем смеяться над тем, что сегодня называется телевидением..."*, — говорил он.

Сегодня вы вынуждены сидеть перед экраном, чтобы не пропустить интересное вас событие или дожидаться, пока диктор скажет о том, что вас волнует. Но следить за подобными мероприятиями через Интернет гораздо удобнее. К тому же смотреть в наши дни видеоклипы на компьютере и кино или концерты по телевизору — два совершенно разных занятия. Но они сольются в одно, поставив перед ТВ компаниями и рекламодателями новые проблемы. Дело идет к тому, что телевидение переместится в Интернет — и некоторые крупные операторы уже строят для этого соответствующую инфраструктуру. И в самом деле, рост популярности высокоскоростного Интернета, развитие широкополосного доступа и соответствующей доступности и популярности таких видеосайтов, как YouTube, где каждый может "выложить" свое видео, уже привел к сокращению времени, которое молодежь во всем мире проводит перед телевизором. А ведь нынешняя молодежь и есть тот самый будущий пользователь услуги связи, на которого по существу и "работает" современная отрасль связи. И не секрет, что в обозримом будущем гибкость "онлайн-видео" будет убеждать все больше и больше телезрителей отказаться от традиционного телевидения с его фиксированными программами и раздражающей рекламой.

Кстати, как показали упомянутые выше конференции по цифровому ТВ, с проблемой роста сервисов поверх ШПД сталкивается не только традиционная телефония, но и традиционное ТВ вещание. Многие специалисты отмечали, что людям сегодня нужны интерактивность, оперативность, сопричастность, прозрачность. Все последние события, получившие глобальный резонанс, — VIP-аварии и выезды на "встречку", события вокруг терактов и пр., — стали "событиями" благодаря Интернету, а отнюдь не телевидению. И вот уже контент YouTube действительно востребован так, что не

снилось никакому ТВ вещанию, а стенированный его пользователями трафик чуть ли не равен трафику всего Интернета пятилетней давности.

Заметим, что IPTV отличает от привычного нам ТВ "врожденная" интерактивность, т. е. у "медийщиков" (агрегаторов и распространителей контента) чуть ли не впервые появляется возможность не только знать кто, что и когда смотрит (этой возможности в современном ТВ нет, ибо она дорогого стоит), но и взаимодействовать с абонентами в реальном времени, своевременно реагируя на их поведение. В частности, такая непростая в реализации для того же КТВ услуга, как "видео по заказу" (VoD), в IPTV — рядовой сервис. Таким образом, с развитием IPTV появляется возможность рассматривать экран как "открытое окно" в мир. Правда, IPTV пока не хватает стандартизации и не так много абонентов, но и то и другое — дело наживное. Тем временем в соответствии с законом Мура возможности серверов, куда записывается контент, растут столь же быстро, сколь быстро снижаются их габариты и стоимость. Уже выпускаются телевизоры с Ethernet-входом, которые сами "шарят" по Сети в поисках заказанного контента, который записывают и показывают.

Вот буквально только что на проходившей в Сан-Франциско конференции разработчиков Google I/O ведущие игроки рынка информационных технологий (Intel, Sony, Logitech, Adobe и др.) объявили о Google TV — открытой платформе, которая наделяет обычный телевизор новыми возможностями. Благодаря ей потребители получают доступ к новому контенту с возможностью поиска интересующей информации, выпускаемой телекомпаниями, распространяемой через Интернет или просто хранящейся в локальной цифровой библиотеке.

Завтра начинается сегодня

Постепенно кино-, ТВ- и интернет-технологии объединяются для доставки новых видео-сервисов. И мы воочию убеждаемся, как на наших глазах рождаются и "новое ТВ", и новая бизнес-среда, и новая глобальная среда общения, о перспективах которой можно только догадываться.

К примеру, еще немного работы закона Мура, и наши компьютеры позволят конструировать видеореальность, а телевизоры — получить индивидуальную ТВ программу с нашим участием. Кстати, вы не догадываетесь, почему американские киноакадемики "прокатили" "Аватар" с Оскаром? Вряд ли из-за обилия компьютерного рисования. Не исключено, что подсознательно они поняли, что уже совсем скоро можно будет сформировать объемную динамичную видеoversию любого человека, неотличимую от оригинала. А то и лучше оригинала. И не нужно будет ни костюмеров, ни каскадеров. И "звездные" актеры с их многомиллионными гонорарами, капризами и скандалами станут анахронизмом. И им, академиком, станет очень скучно.

А нам, абонентам сетей будущего, станет очень интересно.